

七北田川河口域の塩性湿地に生息するカワザンショウガイ科巻貝の生態に関する比較研究

著者	倉田 健悟
号	42
学位授与番号	1717
URL	http://hdl.handle.net/10097/38671

氏名・(本籍)	くら た けん ご 倉 田 健 悟
学位の種類	博士(理学)
学位記番号	理博第1717号
学位授与年月日	平成11年3月25日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当
研究科, 専攻	東北大学大学院理学研究科(博士課程)生物学専攻
学位論文題目	七北田川河口域の塩性湿地に生息するカワザンショウガイ科巻貝の生態に関する比較研究
論文審査委員	(主査) 教授 菊 地 永 祐 教授 西 平 守 孝, 助教授 河 田 雅 圭

論文目次

第一章 序 論

第二章 七北田川河口域におけるカワザンショウガイ科巻貝の分布と個体群動態

はじめに

研究地域

材料と方法

- (1) 七北田川河口域とその周辺域における分布調査
- (2) 定量採集調査
- (3) 環境要因の測定
- (4) 個体の分布様式の記述
- (5) 移動行動の調査

結 果

- (1) 七北田川河口域とその周辺域における分布
- (2) 垂直分布
- (3) 環境要因と巻貝の密度
- (4) 密度の経時変化
- (5) 個体の分布様式
- (6) カワザンショウガイのマーキング実験
- (7) クリイロカワザンショウガイのマーキング実験

考 察

- (1) 分布と環境要因
- (2) 定着後まもない個体の密度と分布
- (3) 個体の分布様式と移動行動

第三章 蒲生潟のヨシ湿地におけるカワザンショウガイとクリイロカワザンショウガイの生活環と二次生産量

はじめに

材料と方法

- (1) 個体群の解析
- (2) 軟体部の乾燥重量
- (3) 成長量と成長率
- (4) 二次生産量

結 果

- (1) アロメトリー
- (2) 生活環
- (3) 成長量と成長率
- (4) 密度の月変化と二次生産量の季節性
- (5) 年のP/B比

考 察

- (1) 生活環
- (2) 二次生産量

第四章 カワザンショウガイとクリイロカワザンショウガイの生活史形質と体サイズの性的二型の比較

はじめに

材料と方法

- (1) 個体群の解析
- (2) 繁殖器官とその発達の度合い
- (3) 交尾行動
- (4) 卵と幼生

結 果

- (1) 成長と生存
- (2) 繁殖器官の発達の度合い
- (3) 交尾行動
- (4) 卵と幼生

考 察

- (1) 性的成熟と体サイズの性的二型
- (2) 卵と幼生
- (3) 生涯の繁殖機会数, 野外寿命, 繁殖開始齢

第五章 カワザンショウガイ類の利用している餌資源に関する安定同位体による解析

はじめに

材料と方法

- (1) 野外サンプルの採集
- (2) 摂食実験のための餌の調製
- (3) 摂食実験
- (4) 安定同位体比の測定

結 果

- (1) 野外採集のサンプルの安定同位体比
- (2) 摂食実験のサンプルの安定同位体比とC/N
- (3) 糞数

考 察

- (1) 炭素安定同位体比
- (2) 窒素安定同位体比
- (3) 塩性湿地における大型底生動物の餌資源

第六章 総合討論

- (1) 分布と加入量の年変動
- (2) 生活史形質と体サイズの性的二型
- (3) 場所をめぐる競争と餌をめぐる競争

摘 要

謝 辞

引用文献

図 一 覧

表 一 覧

図 表

論文内容要旨

第一章 序論

生物学的に近縁な複数種が混在して同所的に生息している状況は自然界でよく見られ、それらの生態的特徴を調べることは、近縁な複数種の共存機構と生態的特徴の進化の両方の問題にとって有効かつ有望な研究アプローチである。宮城県東部の七北田川河口域の塩性湿地においては、カワザンショウガイ科に属するカワザンショウガイ (*Assiminea japonica* v. *Martens*)、クリイロカワザンショウガイ (*Angustassiminea castanea* (*Westerlund*)), ムシヤドリカワザンショウガイ (*Angustassiminea parasitologica* *Kuroda*) の3種が報告されている。塩性湿地の生態系はデトリタス食物連鎖が優占し、堆積物食者のカワザンショウガイ類は重要な役割を担っているとされる。しかしながら、塩性湿地の生物群集において同じ栄養段階に属すると考えられる複数種の共存に注目した研究は非常に少なく、これら3種の分布・個体群動態・生活史といった生態学的研究は全くなされていなかった。

本研究では七北田川河口域の塩性湿地に生息する複数種のカワザンショウガイ類の個体群を研究対象とし、まずは詳細に分布・個体群動態・生活史を調査した。ムシヤドリカワザンショウガイの個体数は他2種と比較して少なかったため、本研究では個体数の多かったカワザンショウガイとクリイロカワザンショウガイの2種に焦点を絞って研究を進めた。この論文の目的は、カワザンショウガイとクリイロカワザンショウガイの分布、行動、個体群動態、生活環、成長、二次生産量、生活史形質、体サイズの性的二型、利用している餌、等の野外における生態的特徴を明らかにすることである。これらの生態的特徴を種間で比較し、生態的特徴の進化と近縁な複数種の共存機構の両方の問題に関して考察した。

第二章 七北田川河口域におけるカワザンショウガイ科巻貝の分布と個体群動態

本章ではまず七北田川河口域におけるカワザンショウガイ類の密度と環境要因との関係を解析し、経時的な定量採集調査によって密度分布の季節変化を調べた。カワザンショウガイとクリイロカワザンショウガイについては、サンプルに含まれる小個体の解析から定着後もない個体の分布を、マーキング実験から個体の移動行動の性質を調べ、分布に影響する要因を検討した。

干潟からヨシ湿地への3本のトラゼクトラインの調査から、3種の分布の中心は潮間帯上部に属するヨシ湿地にあることが分かった。カワザンショウガイは平均水面を0cmとした相対地高のおよそ0~30cmに分布し、クリイロカワザンショウガイはおよそ15~45cmに分布していた。ムシヤドリカワザンショウガイは相対地高がおよそ15~40cmに分布していた。カワザンショウガイ科巻貝3種の密度分布は、季節的に変化する傾向は認められなかった。カワザンショウガイの密度は土壌の水分含有率または有機物含有率によって説明され、クリイロカワザンショウガイの密度はリター乾燥重量のみによって、または有機物含有率とリター乾燥重量の両方によって説明された。

同所的な地点におけるカワザンショウガイ科巻貝3種の個体はヨシ湿地の基質上で入り混じっていた。3種の個体間に正または負の相互関係はなく、なわばりや防衛圏のようなものはないと考えられた。カワザンショウガイとクリイロカワザンショウガイの移動行動を調べたマーキング実験の結果、巻貝の移動する方向に一定の傾向は見られなかった。両種とも、定着後まもない極めて早い時期に成貝と同様な垂直分布を示していること、小個体のその後の1年間の分布もまた季節的に変化する傾向は認められず、成貝と同様な垂直分布を示していることから、両種の垂直分布は定着後まもない極めて早い時期に既に形成され、成長に伴う移動がないことによって継続されるという仮説が考えられる。

第三章 蒲生潟のヨシ湿地におけるカワザンショウガイとクリイロカワザンショウガイの生活環と二次生産量

本章では、蒲生潟のヨシ湿地において連続した2年間の毎月の定量採集調査を行い、カワザンショウガイとクリイロカワザンショウガイの個体群構造を調査した。2種の生活環を明らかにして年間の二次生産量を推定することが目的である。

カワザンショウガイでは、殻高約2mmの個体の加入が年に1回8月から9月にかけて起こり、32~36ヶ月の野外寿命を持つと推定された。クリイロカワザンショウガイの加入は年に1回9月から10月にかけて起こり、少なくとも43ヶ月の野外寿命を持つと推定されたが、コホート解析の結果から5年目も生存できるものと考えられた。両種の加入量には非常に大きい年変動が見られ、その結果両種は年によって異なった個体群構造を示した。

巻貝の軟体部の乾燥重量とコホートの密度から二次生産量を計算したところ、カワザンショウガイのそれは $0.97 \sim 4.49 \text{ gAFDW (m}^2 \cdot \text{yr}^{-1})$ であるのに対して、クリイロカワザンショウガイのそれは $0.35 \sim 0.49 \text{ gAFDW (m}^2 \cdot \text{yr}^{-1})$ であった。成長量、成長率、二次生産量は個体群で卓越するコホートの年齢によって大きく変動することが示唆された。

第四章 カワザンショウガイとクリイロカワザンショウガイの生活史形質と体サイズの性的二型の比較

本章では、特にメスとオスのサイズに注目し、成長速度と体サイズに差異が見られるか調査した。本章の目的はカワザンショウガイとクリイロカワザンショウガイの生活史形質と性的二型を調べ、その結果を比較・考察することである。

雌雄を区別しながら個体群の解析を行ったところ、カワザンショウガイのメスとオスは加入後異なった成長率を示し、メスの成長がオスの成長より明らかに大きかった。殻高サイズは11月齢までにそれぞれ5.2mmと4.8mm、29月齢までにそれぞれ8.2mmと7.0mmに達し、野外寿命は雌雄とも約3年と推定された。クリイロカワザンショウガイの稚貝は加入から6月齢まで殻高が1.8mmのままであったが、メスとオスの成長率は6月齢から10月齢の間で差異が生じ始め、その後の体サイズの性的二型を引き起こした。39月齢の時メスとオスについてそれぞれ5.7mmと6.0mmのサイズに到達し、野外で雌雄ともほぼ5年間生存したと推定された。

カワザンショウガイの交尾行動は主に2月から6月まで行われ、クリイロカワザンショウガイのそれは5月から8月まで行われた。多年生のカワザンショウガイ類における繁殖シーズンは1年に一続きの季節的なものであると考えられる。交尾行動をしていたカワザンショウガイでは、メスがオスより明らかに大きく、交尾行動をしていたクリイロカワザンショウガイでは、メスの平均殻高 (5.76mm, SD=0.42, n=77) はオスのそれ (6.11mm, SD=0.39, n=84) より有意に小さかった (t -test, $P<0.01$)。

カワザンショウガイの大部分の個体は加入後1年以内に繁殖せず、性的成熟は17月齢で殻高が5~6mmの間が成熟と未成熟の個体の境界線と考えられる。クリイロカワザンショウガイでは、性的成熟は10月齢と推定され、成熟サイズはメス (3.87mm) とオス (4.03mm) との間で異なった。カワザンショウガイはその生涯に2回の繁殖シーズンの機会を持ち、クリイロカワザンショウガイはもっと多くの繁殖シーズンの機会を経験することができ、おそらく5回であろう。

第五章 カワザンショウガイ類の利用している餌資源に関する安定同位体による解析

本章では、野外で利用可能な数種類の餌を採集して炭素と窒素の安定同位体比を測定し、巻貝の安定同位体比と比較して餌と消費者の関係を推定した。さらに数種類の餌を使用した摂食実験を行って2種の巻貝の餌資源の利用を確認した。

カワザンショウガイとクリイロカワザンショウガイの $\delta^{13}\text{C}$ は沈殿物のそれと非常に近い値を示したが、土壌の有機物とヨシのリターの $\delta^{13}\text{C}$ とは離れていた。したがって、2種の巻貝は生息場所のヨシ湿地において土壌中に存在する有機物やヨシのリターを同化しているというより、潮汐によって潮間帯上部に運ばれて沈殿する水中からの有機物を同化していると推測される。

摂食実験において、沈殿物を与えた群の $\delta^{13}\text{C}$ は両種とも摂食前のコントロールと統計的に有意な差がなかったのに対して、リターや土壌を与えた群の $\delta^{13}\text{C}$ は両種ともコントロールより低かった。巻貝は実験条件下では粉末状にしたヨシのリターやヨシ湿地の表層土壌を摂食して同化することができるものの、野外においてはこれらを同化せずに専ら沈殿物を同化していることが示唆された。

本研究の巻貝が餌として利用している沈殿物は、ヨシなどの維管束植物のデトリタスや底生性珪藻や植物プランクトンなどの微小藻類を含んでいたが (pers. obs.), 沈殿物の $\delta^{13}\text{C}$ の値はおおよそ-21‰であったので、微小藻類が主要な成分である可能性が高い。七北田川河口域の塩性湿地に生息するカワザンショウガイ類2種にとって、沈殿物に含まれる植物プランクトンや底生性珪藻などの微小藻類が重要な栄養源であると考えられる。

第六章 総合討論

カワザンショウガイとクリイロカワザンショウガイの餌として供給される沈殿物の有機物量と巻貝の摂食量との関係を検討するため、二次生産量をもとにいくつかの効率を仮定して摂食量を試算してみた。その結果、摂食量のおよそ9倍の量の利用可能な餌が巻貝に供給され、沈殿物の供給量は巻貝にとって十分な量であり、個体間の餌をめぐる消費型競争が存在する可能性は低いと結論された。すなわち、野外では餌をめぐる競争する密度より低い密度でカワザンショウガイとクリイロカワザンショウガイは生息し、両種は共存が可能になっていると考えられる。両種で見られた加入量の著しい年変動が、野外における両種の低い密度の理由の一つであると考えられる。

論文審査の結果の要旨

本州河口域のヨシ塩性湿地においては、カワザンショウガイ科巻貝が優占して生息し、しばしば同じ科に属する数種が同所的に見られる。しかし、これらカワザンショウガイ科巻貝の生態学的諸特性や同所的な数種の共存機構に関しては殆ど研究されていない。本論文は、同所的に生息する2種のカワザンショウガイ科巻貝の生態的特徴をさまざまな側面から詳細に研究し、さらに2種の生態的特徴を比較してそれらの進化要因と2種の共存機構について考察したものである。

本研究ではまず、宮城県東部の七北田川河口域においてカワザンショウガイ科巻貝の分布調査を行い、カワザンショウガイ科に属する3種、カワザンショウガイ (*Assiminea japonica*)、クリイロカワザンショウガイ (*Angustassiminea castanea*) およびムシヤドリカワザンショウガイ (*Angustassiminea parasitologica*) が主に潮間帯上部のヨシ湿地に分布し、平均水面からの相対地高によって分布の中心が互いに異なることを示した。さらに、カワザンショウガイとクリイロカワザンショウガイの2種について詳細な生活史の研究を行い、稚貝の加入時期、加入量の年変動、交尾の時期、成長パターン、集合行動、二次生産量、野外寿命、性的成熟齢、生涯の繁殖機会数、卵およびヴェリジャー幼生のサイズ、体サイズの性的二型等の生態的特徴を明らかにした。特に、雌雄の成長や体サイズの違いを調べ、カワザンショウガイではメスの成長速度がオスより速く、メスの体サイズがオスより大きい性的二型を示すのに対して、クリイロカワザンショウガイでは逆にオスの体サイズがメスより大きい性的二型を示すことを野外個体群のデータから明らかにした。また、沿岸域のデトリタス食者の餌の起源を知ることはこれまで困難であったが、炭素と窒素の安定同位体比を用いた解析により、塩性湿地に生息するこれら2種のカワザンショウガイ類は水中から沈殿する有機物を主に同化していることを示し、さらに巻貝個体群の二次生産量と沈殿有機物量の比較から、七北田川河口域においてはカワザンショウガイ類の個体群にとって十分な量の餌の供給があることを示した。

以上の論文は著者が自立して研究活動を行うに必要な高度の研究能力と学識を有することを示している。よって倉田健悟提出の論文は、博士（理学）の学位論文として合格と認める。